

EYE DIRECTION MEASUREMENT DEVICE FOR VEHICLE

Publication number: JP8089481

Publication date: 1996-04-09

Inventor: ISHIWAKA TAKUO; SAITO HIROSHI

Applicant: NISSAN MOTOR

Classification:

- international: G01C21/36; G02B23/00; H04N7/18; G01C21/34;
G02B23/00; H04N7/18; (IPC1-7): A61B3/113;
G01B11/26.

- european: G01C21/36; G02B23/00; H04N7/18D

Application number: JP19940229626 19940926

Priority number(s): JP19940229626 19940926

Also published as:

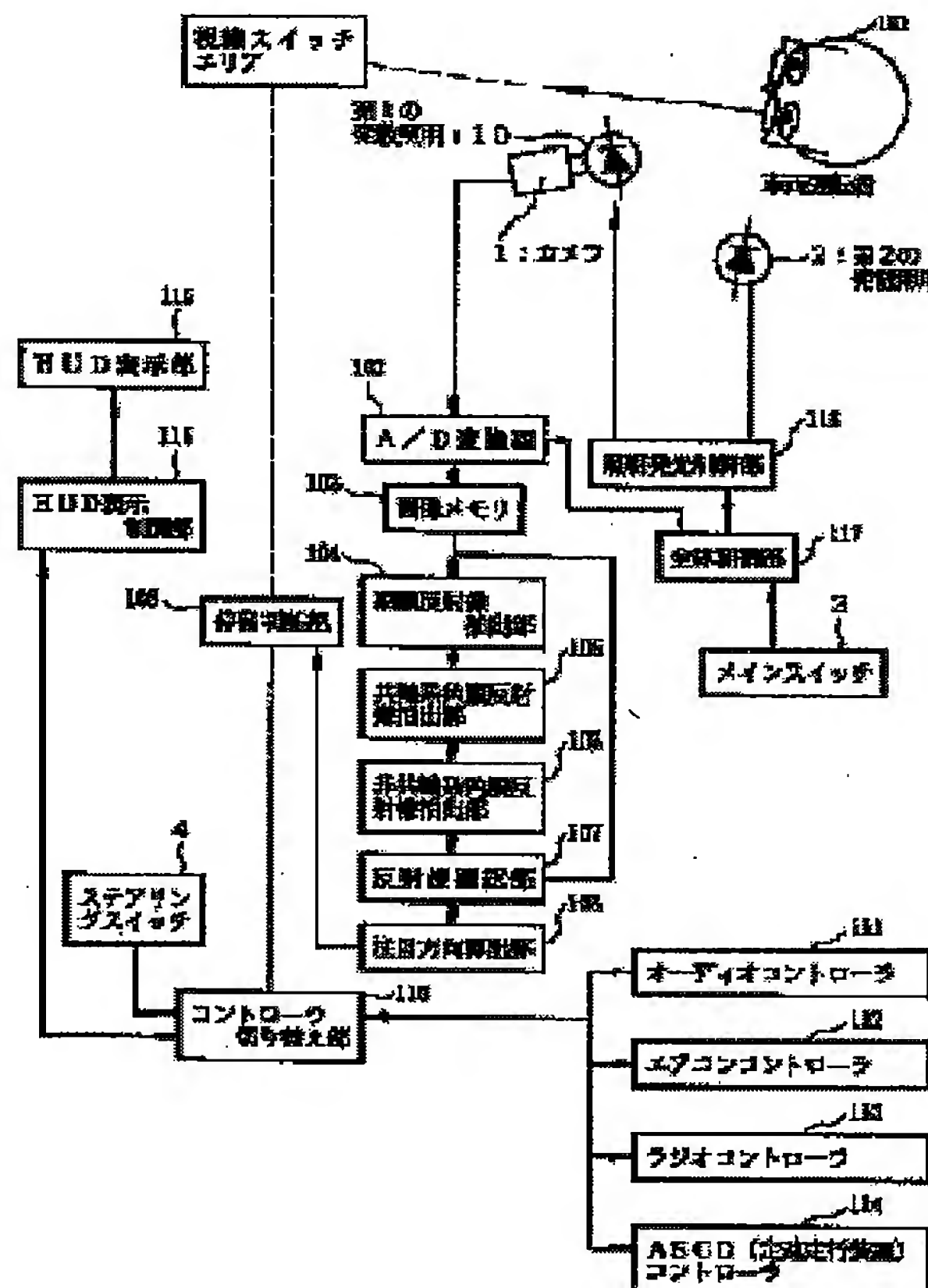
US5621457 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP8089481

PURPOSE: To provide an eye direction measurement device capable of accurately detecting the eye direction by eliminating position deviation by a taking-in time lag between two images of the retinal reflex image position by first and second lighting means and the corneal reflex image position by second lighting means when the eye direction of a vehicle driver is measured by a non-contact remote means.

CONSTITUTION: A CCD camera 1 is mounted on one side of the steering wheel and a near infrared light source 10 is co-axially mounted on the CCD camera 1. Another near infrared light source is mounted on the other side of the steering wheel. An image of the eyeball of a driver 101 is taken in the CCD camera 1. The video signals thereof are A/D-converted and then stored in an image memory 107. At that time, the image taken-in is composed of a first image taken by lighting on two lights of 10 and 2 and a second image taken by lighting on a second light 2. The eye direction of the driver is calculated in an eye direction calculation part 108 from the positions of a retinal reflex image and a corneal reflex image.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3324295号
(P3324295)

(45) 発行日 平成14年 9 月17日 (2002. 9. 17)

(24) 登録日 平成14年 7 月 5 日 (2002. 7. 5)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

A 6 1 B 3/113

G 0 1 B 11/26

H

G 0 1 B 11/26

A 6 1 B 3/10

B

請求項の数 3 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平6-229626

(22) 出願日 平成6年 9 月26日 (1994. 9. 26)

(65) 公開番号 特開平8-89481

(43) 公開日 平成8年 4 月 9 日 (1996. 4. 9)

審査請求日 平成11年 9 月22日 (1999. 9. 22)

前置審査

(73) 特許権者 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

(72) 発明者 石若 卓夫

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日
産自動車株式会社内

(72) 発明者 斎藤 浩

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日
産自動車株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和

審査官 安田 明央

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用視線方向計測装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 人間に向けられ、かつ人間に不可視な光を撮像する TV カメラと、
該 TV カメラと共軸系に配置され、かつ人間に不可視な光を人間の眼球部に照明する第 1 の照明手段と、
該第 1 の照明手段とは別の場所に設置され、かつ人間に不可視な光を人間の眼球部に照明する第 2 の照明手段と、
前記 TV カメラで撮像された画像から、眼球の瞳孔中心位置を通る直線の式、前記第 1 の照明手段の反射光位置を通る直線の式、および前記第 2 の照明手段の反射光位置を通る直線の式を演算する第 1 の演算手段と、
該第 1 の演算手段により演算された前記第 1 の照明手段の反射光位置を通る直線の式および前記第 2 の照明手段の反射光位置を通る直線の式より角膜球の中心位置を演

2

算する第 2 の演算手段と、

前記第 1 の演算手段により検出された瞳孔中心位置を通る直線の式および前記第 2 の演算手段により演算された角膜球の中心位置から人間の視線方向を演算する第 3 の演算手段と、を有する車両用視線方向計測装置であつて、
前記第 1 の照明手段と前記第 2 の照明手段との双方を点灯して人間の眼球部を撮像して第 1 の画像を取得し、
前記第 1 の画像を取得した時刻とは異なる時刻にて、前記第 2 の照明手段のみを点灯して人間の眼球部を撮像して第 2 の画像を取得し、
且つ、前記第 1 の画像と第 2 の画像の差分画像を取得し、該差分画像に基づいて、網膜反射像の重心位置および共軸系角膜反射像の位置を抽出し、
更に、前記第 1 の画像、および前記共軸系角膜反射像の

位置に基づいて、非共軸系角膜反射像の位置を求め、前記網膜反射像の重心位置、前記共軸系角膜反射像の位置、および前記非共軸系角膜反射像の位置に基づいて、人間の視線方向を算出することを特徴とする車両用視線方向計測装置。

【請求項 2】前記第 1 の照明手段とは別の場所に設置され、かつ人間に不可視な光を人間の眼球部に照明する第 3 の少なくとも 1 つの照明手段を持ち、前記第 1 の照明手段と前記第 2 の照明手段とを点灯して人間の眼球部を撮像することにより、前記第 1 の画像を得、

前記第 1 の照明手段を点灯せずに、前記第 2 の照明手段、および前記第 3 の照明手段のうちの少なくとも第 3 の照明手段を点灯して人間の眼球部を撮像することにより、前記第 2 の画像を得ることを特徴とする請求項 1 に記載の車両用視線方向計測装置。

【請求項 3】前記第 1 の照明手段とは別の場所に設置され、かつ人間に不可視な光を人間の眼球部に照明する第 3 の少なくとも 1 つの照明手段を持ち、前記第 1 の照明手段と前記第 2 の照明手段と前記第 3 の照明手段とを点灯して人間の眼球部を撮像することにより、前記第 1 の画像を得、

前記第 1 の照明手段を点灯せずに、第 2 の照明手段および第 3 の照明手段のうちの少なくとも 1 つの照明手段を点灯して人間の眼球部を撮像することにより、前記第 2 の画像を得ることを特徴とする請求項 1 に記載の車両用視線方向計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、車両運転者の視線方向を遠隔から非接触で計測する車両用視線方向計測装置に関する。

【0002】

【従来の技術】このような、視線方向計測装置は、車両用の非接触ヒューマンマシンインタフェースとして、例えば車両運転者の注目している方向に視覚情報を表示するとか、視線方向に応じて特定のスイッチを動作させるなど、種々の利用が期待されている。

【0003】このようなインタフェースを構成するために必要な、車両運転者の視線方向の計測装置として、従来、眼球の角膜反射像の位置を画像情報として取り入れて計測する装置が提案されている。

【0004】角膜反射像は、眼球への照射光が眼球を構成する光学系の各面で反射、屈折することによって生じる像であり、プルキンエ像とも呼ばれている。

【0005】この種の従来の視線方向計測装置は、例えば特開平 2-134130 号公報に開示されているように、光源と共軸系をなすカメラによって人間の角膜反射像を写し、光源の反射光の座標とカメラの座標を結び、角膜球の中心を通る直線の式を求め、同時に瞳孔の中心

座標を求めるという作業を、互いに離隔して設けられた 2 台のカメラによって行い、この求めた 2 本の直線の交点からなる角膜球の中心座標と瞳孔の中心座標とを結ぶ直線を視線方向として検出している。

【0006】しかし上述した従来の視線方向計測装置では、視線方向を検出するために 2 台のカメラを必要とするため、装置が高くなるという問題点がある。

【0007】この問題を解決するため、本出願人は先に特願平 5-50619 号として、カメラを 1 台とし、低価格化を図った視線計測装置を出願した。この装置は、互いに離隔して設けられた 2 個の照明を極めて短い時間間隔で交互に点灯し、それぞれの照明の点灯に対して撮影した 2 枚の画像ペアより、網膜反射像の座標値と角膜反射像の座標値とを演算により求めるものである。また、網膜反射像、角膜反射像の座標値を演算するに際しては、撮影した前記 2 枚の画像ペアの差分処理が行なわれる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した特願平 5-50619 号として出願された装置では、実際の車両において、在来の N T S C 信号を利用した T V カメラを使用して前記差分処理を行おうとすると、走行中の車両振動やこれに伴う運転者の振動などのために、2 枚の画像ペアを取り込む時間間隔内に画像間で大きな位置ずれが生じることがあり、このような場合には、角膜反射像の座標値にも位置ずれが発生し、これが計測誤差発生の一因となり、正確な視線方向の計測が行えないという問題があった。

【0009】本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、振動の伴う車両内にあっても、在来の比較的に低価格な N T S C 方式を用いた T V カメラを使用して、正確な視線計測を行なうことができる視線計測装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の視線方向計測装置は、請求項 1 では、人間に向けられ、かつ人間に不可視な光を撮像する T V カメラと、該 T V カメラと共軸系に配置され、かつ人間に不可視な光を人間の眼球部に照明する第 1 の照明手段と、該第 1 の照明手段とは別の場所に設置され、かつ人間に不可視な光を人間の眼球部に照明する第 2 の照明手段と、前記 T V カメラで撮像された画像から、眼球の瞳孔中心位置を通る直線の式、前記第 1 の照明手段の反射光位置を通る直線の式、および前記第 2 の照明手段の反射光位置を通る直線の式を演算する第 1 の演算手段と、該第 1 の演算手段により演算された前記第 1 の照明手段の反射光位置を通る直線の式および前記第 2 の照明手段の反射光位置を通る直線の式より角膜球の中心位置を演算する第 2 の演算手段と、前記第 1 の演算手段により検出された瞳孔中心位置を通る直線の式および前記第 2 の演

算手段により演算された角膜球の中心位置から人間の視線方向を演算する第3の演算手段と、を有する車両用視線方向計測装置であって、前記第1の照明手段と前記第2の照明手段との双方を点灯して人間の眼球部を撮像して第1の画像を取得し、前記第1の画像を取得した時刻とは異なる時刻にて、前記第2の照明手段のみを点灯して人間の眼球部を撮像して第2の画像を取得し、且つ、前記第1の画像と第2の画像の差分画像を取得し、該差分画像に基づいて、網膜反射像の重心位置および共軸系角膜反射像の位置を抽出し、更に、前記第1の画像、および前記共軸系角膜反射像の位置に基づいて、非共軸系角膜反射像の位置を求め、前記網膜反射像の重心位置、前記共軸系角膜反射像の位置、および前記非共軸系角膜反射像の位置に基づいて、人間の視線方向を算出することを要旨とする。

【0011】請求項2では、請求項1に記載の視線方向計測装置において、前記第1の照明手段とは別の場所に設置され、かつ人間に不可視な光を人間の眼球部に照明する第3の少なくとも1つの照明手段を持ち、前記第1の照明手段と前記第2の照明手段とを点灯して人間の眼球部を撮像することにより、前記第1の画像を得、前記第1の照明手段を点灯せずに、前記第2の照明手段、および前記第3の照明手段のうちの少なくとも第3の照明手段を点灯して人間の眼球部を撮像することにより、前記第2の画像を得ることを要旨とする。

【0012】また、請求項3では、請求項1に記載の視線方向計測装置において、前記第1の照明手段とは別の場所に設置され、かつ人間に不可視な光を人間の眼球部に照明する第3の少なくとも1つの照明手段を持ち、前記第1の照明手段と前記第2の照明手段と前記第3の照明手段とを点灯して人間の眼球部を撮像することにより、前記第1の画像を得、前記第1の照明手段を点灯せずに、第2の照明手段および第3の照明手段のうちの少なくとも1つの照明手段を点灯して人間の眼球部を撮像することにより、前記第2の画像を得ることを要旨とする。

【0013】

【作用】第1の画像を、第1の照明手段と第2の照明手段を点灯して撮像している。また、第2の画像を、第1の照明手段を含まない照明手段を点灯して撮像している。視線方向の算出には、網膜反射像位置と、第1の照明手段による角膜反射像位置と、第2の照明手段による角膜反射像位置を求めることにより行うのであるが、2枚の画像の差分処理により、網膜反射像の座標値と角膜反射像の座標値を算出しようとした場合にも、第1の画像に、網膜反射像位置と、第1の照明手段による角膜反射像位置と、第2の照明手段による角膜反射像位置とが同時に撮像されているため、2枚の画像の取り込み時間差に起因する位置ずれがない。このため振動を伴う状況下であっても、正確に視線方向の検出が可能となる。

【0014】また、第1の照明手段とは別の場所に第3の少なくとも1つの照明手段を設置し、第1の画像を、少なくとも第1の照明手段と第2の照明手段の両方を点灯して撮像し、第2の画像を、第1の照明手段を含まない少なくとも1つの照明手段を点灯しても同様な作用がある。

【0015】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の第1の実施例を説明する。

【0016】図1及び図2を参照しつつ、第1の実施例の構成を概略的に説明する。

【0017】先ず図2の車内機器配置図に示すように、CCDカメラ1が、メインスイッチ3とステアリングスイッチ4とが配設されたステアリング5の左側に設置されている。このCCDカメラ1には近赤外光源（第1の発散照明）10が共軸系に配され、このCCDカメラ1と近赤外光源（第1の発散照明）10とでセンサ部が構成されている。また、ステアリング5の右側には、近赤外光源（第2の発散照明）2が配設されている。これら第1、第2の発散照明はいずれも人間には不可視である。また、車両のウィンドウシールド8上には視線スイッチエリア6とHUD表示エリア7とが表示されている。

【0018】図1に示すように、前記カメラ1では、車両運転者101の眼球部を撮像しており、このカメラ101から出力されるNTSC方式のビデオ信号は、A/D変換器106を経て、デジタルデータに変換された後、画像データを格納する画像メモリ107に格納される。

【0019】次に装置を構成するマイクロコンピュータでは以下の処理が行なわれる。先ず、網膜反射像抽出部104により、入力画像データから網膜反射像位置が抽出される。共軸系角膜反射像抽出部105では抽出された網膜反射像位置に基づいて、共軸系角膜反射像の位置が特定される。非共軸系角膜反射像抽出部106では特定された共軸系角膜反射像の位置をもとに、非共軸系角膜反射像の位置を特定される。反射像確認部107では反射像の位置が確認され、確認後に、視線方向算出部108において、これら網膜反射像の位置と角膜反射像の位置とから、運転者の視線方向が算出され、停留判断部109に供給されるようになっている。

【0020】停留判断部109は、フロントウィンドウシールド8上の視線スイッチエリア6内の停留位置を判断し、コントローラ切り替え部110への制御情報を出力する。

【0021】コントローラ切り替え部110は、停留判断部109から得られる視線停留位置に基づき、オーディオコントローラ111、エアコンコントローラ112、ラジオコントローラ113、ASC D（定速走行装置）コントローラ114のいずれかを制御する信号を出

力する。

【0022】HUD（ヘッドアップディスプレイ）表示制御部115は、コントローラ切り替え部110を通して出力される各コントローラ（111, 112, 113, 114）の信号に基づき、HUD表示部116に対して該当する表示を行なう。

【0023】また、前記ステアリングスイッチ4の信号は、コントローラ切り替え部110を通して各コントローラ（111, 112, 113, 114）に与えられる。

【0024】また、メインスイッチ3の信号は、全体制御部117に供給され、この全体制御部117で生成される制御信号は、前記第1の発散照明10、第2の発散照明2を制御する照明発光制御部118に供給されるとともに、前記A/D変換器102に供給されている。

【0025】次に、この第1の実施例の作用をエアコンの設定温度を変更する場合を例にとって説明する。

【0026】車両運転者がエアコンを操作したいと考えたとき、ウインドウシールド8上の視線スイッチエリア6のうち、エアコンの領域（図2（b）中のA/C領域）を注視する。同時に車両運転者は、ステアリング5のメインスイッチ3を押す。すると、図1に示される視線方向計測装置が動作を開始し、以下の処理によって車両運転者の視線方向の計測が行われる。

【0027】すなわち、図3、図4に示すフローチャートにおいて、まず全体制御部117から計測開始信号が出力され（ステップ301）、これに基づき照明発光制御部118からのトリガ信号が発せられて、第1の発散照明10と第2の発散照明2との双方が点灯され、車両運転者101の顔面が照明される（ステップ302）。

【0028】次いで、この照明された顔面領域の画像がカメラ1によって取り込まれ、画像情報がA/D変換器102によりA/D変換されて、デジタルの画像データI1（x, y）として、画像メモリ103に格納される（ステップ303）。

【0029】引き続き、照明発光制御部118からのトリガ信号によって、第2の発散照明2のみが点灯され、車両運転者101の顔面が照明される（ステップ304）。この照明された顔面領域の画像がカメラ1によって取り込まれ、上述と同様に画像情報がA/D変換器102によりA/D変換されて、デジタルの画像データI2（x, y）として、画像メモリ103に格納される（ステップ305）。

【0030】このように、本実施例では、第1回目の画像データ取り込みに際しては第1の発散照明10と第2の発散照明2との双方が点灯され、第2回目の画像データ取り込みに際しては第2の発散照明2のみが点灯される。

【0031】この後、図4に示されるように、網膜反射像抽出部104により、画像データI1（x, y）、I

2（x, y）から車両運転者101の網膜反射像重心位置が計測される（ステップ306）。ここでは、共軸系としてレイアウトされた、カメラ1と第1の発散照明10との組み合わせによって、運転者101の網膜から反射光が戻って来ることが利用される。

【0032】網膜反射像重心位置の候補の抽出は、図5のフローチャートに示される処理により行なわれる。

【0033】まず、画像データI1（x, y）と画像データI2（x, y）との差分が求められ、画像データI3（x, y）が生成される（ステップ401）。なお、差分時に負となったデータは0とする。また画像データI1（x, y）は、後の処理に使用するため、引き続き記憶しておく。

【0034】次いで、画像データI3（x, y）は、予め設定した一定しきい値Th1（Th1>0）で2値化され、ノイズを除去した画像データI4（x, y）が生成される（ステップ402）。

【0035】次いで、上記抽出された各領域の画像データI4（x, y）に番号付けを行うラベリング処理が施される（ステップ403）。これは、抽出した各領域に番号付けをする処理で、画像処理では汎用的に用いられるものであり、処理の詳細は省略する。

【0036】次いで、ラベリング処理後の各領域の面積が計算される（ステップ404）。ここでは、メモリ中に各領域毎の面積を記憶したテーブルが作成される。次いで、領域の面積のうち、最大のものについて外接四角形が求められ、その縦、横の辺の長さが計算される（ステップ405）。

【0037】次いで、外接四角形がm×n領域内に必ず入っているかの判定が行なわれる（ステップ406）。これは、外接四角形の
（横の辺の長さ）<m
（縦の辺の長さ）<n

を同時に満たすことを意味する。m×n領域内にあれば、ステップ408へ進み、m×n領域よりも対象領域が大きければ、ステップ407に進む。

【0038】m×n領域内にないと判定されると（ステップ406No）、対象領域の面積は0とされ（ステップ407）、次に面積の大きい領域について、再度比較が行なわれる（ステップ405）。

【0039】なおこの時、もしも運転者が眼鏡を装着しており、眼鏡フレームからの反射が発生した場合、その反射像は、円形とは限らず、直線状、曲線状、楕円形などの形状を持つ。しかし、網膜反射像は一般に円形となる。瞳孔の直径は最大でも10mmであり、この領域を必ず含むように予め設定した（横）m×（縦）n領域と比較することにより、眼鏡フレームからの反射像を除去する。この演算を、ステップ405～ステップ407について行っている。すなわち、ラベリングされた領域の中で、m×n領域内に収まる最大の面積を持つものが、

網膜反射像候補である。

【0040】次いで、網膜反射像の重心位置が演算により求められる（ステップ408）。以上のステップ401～ステップ408が、ステップ306の内容を示しており、網膜反射像抽出手段を構成している。

【0041】次に、網膜反射像重心位置が特定出来れば、この位置を基にして共軸系角膜反射像位置を特定することができる。

【0042】すなわち、まず、網膜反射像重心位置の候補の近傍に、輝点位置を探索するための領域が設定される（ステップ307）。探索領域は、網膜反射像の重心位置を中心に設定するものとする。図6のように、 $p \times q$ 領域が探索領域として設定される。なおこの係数 p 、 q は予め設定されているものとする。

【0043】次いで、領域内の最高輝度の点が探索される（ステップ308）。この時の座標を (x_1, y_1) とする。ステップ307およびステップ308が共軸系角膜反射像抽出手段を構成している。

【0044】次いで、画像データ $I_1(x, y)$ から、ステップ308にて抽出された、最高輝度の点の座標 (x_1, y_1) の近傍領域を探索するための $r \times s$ 領域が設定される（ステップ309）。対応する反射像は、発散照明10と発散照明2を結ぶ線分と平行になることを利用し、また発散照明2の反射像は必ず発散照明10の反射像よりも左になることを利用し、図7のように設定される。

【0045】次いで、領域内の最高輝度の点が探索される（ステップ310）。この時の座標を (x_2, y_2) とする。ステップ309およびステップ310が、非共軸系角膜反射像抽出手段を構成している。

【0046】ところで、非共軸系角膜反射像は、以上の処理においては $I_1(x, y)$ から探索されているが、その理由は次の通りである。仮に画像 $I_1(x, y)$ と、画像 $I_2(x, y)$ の時間間隔に全く振動が無かったとすれば、画像間での位置ずれは発生しないため、第2の発散照明2による反射像位置は、画像 $I_1(x, y)$ と画像 $I_2(x, y)$ で同じとなる。したがって、差分した画像データ $I_3(x, y)$ を非共軸系角膜反射像の探索に用いると、非共軸系角膜反射像が抽出出来ない場合があるからである。

【0047】画像 $I_1(x, y)$ には外部環境から、第2の発散照明2による反射像以外の反射像が発生している可能性もあるが、これがたまたまステップ309で設定した $r \times s$ 領域に発生する確率は低く、また発生したとしてもステップ311で選択を行う。

【0048】次いで、 (x_1, y_1) と (x_2, y_2) が角膜反射像のペアであるかの判断が行なわれる（ステップ311）。ここでは、 y 座標の差が予め設定した値 Th_2 ($Th_2 > 0$) よりも小さいものを平行として判定する。ここで角膜反射像のペアが見つからなければ、

ステップ407に戻り、次に面積の大きい領域を網膜反射像として再度比較が行なわれる。

【0049】ステップ311が、反射像確認手段を構成している。この後、注目方向算出部110において、これまでに求められた2つの角膜反射像の重心座標および瞳孔領域の重心座標から、車両運転者101の視線方向が算出される（ステップ310）。

【0050】次に、図8を参照して、視線方向算出部108において視線方向の算出を説明する。光源とカメラの光軸を一致させれば、照明位置・角膜反射像・角膜球中心は1直線上にあるか、カメラの焦点とカメラのCCD面上の角膜反射像を結ぶ直線は、角膜球中心を通過すると考えられる。すなわち、角膜球中心 O は直線 $F_1 B$ 上にある。また、瞳孔中心 Q は直線 $F_1 A$ 上にある。

【0051】カメラ1の焦点距離を f 、その焦点位置を原点 $F_1(0, 0, 0)$ とし、CCD面の x 軸（水平軸）方向を X 軸、 y 軸（垂直軸）方向を Y 軸、カメラ1の光軸方向を Z 軸とするワールド座標系 $F_1 - XYZ$ を考える。

【0052】また、第2の照明2は $F_2(a, b, c)$ にあるものとする。第2の照明2の照明光は、角膜表面で正反射してカメラ1に観測される。従って、その正反射点 P は、直線 $F_1 C$ 上にある。

【0053】ここで、人間の角膜球の半径は、人によらずほぼ一定で、約7, 8mmである。従って、直線 $F_1 C$ 上に正反射点 P を仮置きし、半径7, 8mmの球面 A を描けば、球面 A と直線 $F_1 B$ の交点として、角膜球中心の候補点 O が一意に定まる。なお、2つの交点のうち、カメラ1から遠方側を O とする。

【0054】ここで、点 P での正反射条件
【数1】 $\angle F_1 P T$ (T は半直線 OP の延長上の点) = $\angle F_2 P T$
が満足されていることを確認できれば、点 O が決定する。

【0055】更に、角膜球中心と瞳孔中心（水晶体前面）の距離は約4. 2mmであるので、決定した点 O を中心とする半径4. 2mmの球面 B と直径 $F_1 A$ の交点を求めれば、瞳孔中心 Q が決定し、視線ベクトル OQ が決定する。また、2つの交点のうち、カメラに近い側を Q とする。なお、眼球の各光学定数は、Gullstrandの模型眼によるものである。

【0056】以上の視線方向の計測を繰り返し、ステップ313において、視線方向の停留時間を、停留判断部111において判断する。

【0057】ステップ314において、視線方向が視線スイッチエリア6のエアコン領域に一定時間（例えば0. 3秒）停留していることが確認されると、車両運転者101がエアコンスイッチを見ていると判断し、ステップ315へと進む。

【0058】ステップ312～ステップ314が、視線

方向計測手段を構成している。

【0059】次いでコントローラ切り替え部110により、エアコンコントローラ112が選択され、またHUD表示エリア7には現在のエアコン設定温度が表示される。それと同時に、視線方向計測の動作が停止する（ステップ315）。

【0060】HUD表示エリアにエアコン表示がなされると、ステアリングスイッチ4のアップ・ダウンボタンがエアコン設定温度の上下を行うように機能するようになる。

【0061】運転者101は、ステアリングスイッチ4のアップ・ダウンボタンを操作して、HUD表示を見ながら、所定の設定温度にセットする。セットした情報により、エアコンコントローラ112により所定の温度制御が行われる。コントローラ切り替え部110は、一定時間（例えば5秒間）、ステアリングスイッチ4が操作されないと、操作が終了したものと判断し、一連の処理を終了する。また、ステップ314において、停留していると認識されない場合は、再びステップ302へと進み、視線方向の計測が繰り返される。ステップ315が、情報伝達手段を構成している。

【0062】なお、上記の実施例において、第2の画像を撮像する際の、第2の光源の発光する光量について、眼球部以外の背景（例えば、頬、額など）の濃度値が、第1の画像と第2の画像で等しくなるようにすれば、差分時に、網膜反射像、角膜反射像以外の不要な情報が除去されるため、更に反射像の識別処理が容易になる。ただし、背景の濃度値は、光源の出射位置の違いのため、現実的には全く同じにすることはできないが、図9に示すように、第1の発散照明10から運転者までの距離L1と、第2の発散照明2から運転者までの距離L2が同じであれば、第1の画像を撮像する際の第1の照明10の光量と第2の照明2の光量の総和が、第2の画像を撮像する際の第2の照明2の光量に等しくすればよい。このようにすれば、ステップ403で行うラベリング処理で検出される領域が少なくなるため、処理を高速化できる。すなわち、第1の画像撮像時に、第1の照明の光量と第2の照明の光量を等しく発光させたとすれば、第2の画像撮像時の第2の照明2の光量は、第1の画像撮像時の2倍にすればよい。

【0063】次に本発明の第2の実施例について説明する。この第2の実施例の特徴は、第1の実施例における発散照明をさらに1個追加した点にある。すなわち、図10及び図11に示されるように、CCDカメラ1の光軸と照射方向が一致するように配した近赤外光源からなる第1の発散照明10とは別の場所に、同様な近赤外光源からなる第3の発散照明9が、第2の発散照明2とは別に取付けられている。この第3の発散照明9の設置以外は、第1の実施例とほぼ同様である。

【0064】次に、この第2の実施例の作用を図12の

フローチャートに基づいて説明する。まず、全体制御部117から計測開始信号が出力されると（ステップ1101）、これに基づき照明発光制御部118からのトリガ信号が発せられて、第1の発散照明10と第2の発散照明2との双方が点灯され、車両運転者101の顔面が照明される（ステップ1102）。

【0065】次いで、この照明された顔面領域の画像がカメラ1によって取り込まれ、画像情報がA/D変換器102によりA/D変換されて、デジタルの画像データI1（x，y）として、画像メモリ103に格納される（ステップ1103）。

【0066】引き続き、照明発光制御部118からのトリガ信号によって、第3の発散照明9が点灯され、車両運転者101の顔面が照明される（ステップ1104）。

【0067】次いで、この照明された顔面領域の画像がカメラ1によって取り込まれ、上述と同様に画像情報がA/D変換器102によりA/D変換されて、デジタルの画像データI2（x，y）として、画像メモリ103に格納される。以後の処理の手順は第1の実施例と同様であり、図4のステップ306へと続く。

【0068】なお、第3の照明9は、かならずしも1つの光源でなくても良い。すなわち、第3の照明9には、第1の画像を撮像する際に使用する、第1の照明10の光源および第2の照明2の光源と同じ仕様のものをそれぞれもう一つずつ用意して使用してもよい。これは特に第1の照明10の光源と第2の照明2の光源を定格上限で発光させる場合に有効である。

【0069】次に、本発明の第3の実施例について説明する。この実施例における車内機器配置は図11に示される第2の実施例と同様である。

【0070】次に、この第3の実施例の作用を図13のフローチャートに基づいて説明する。まず、全体制御部117から計測開始信号が出力されると（ステップ1201）、これに基づき照明発光制御部118からのトリガ信号が発せられて、第1の発散照明10と第2の発散照明2との双方が点灯され、車両運転者101の顔面が照明される（ステップ1202）。

【0071】次いで、この照明された顔面領域の画像がカメラ1によって取り込まれ、画像情報がA/D変換器102によりA/D変換されて、デジタルの画像データI1（x，y）として、画像メモリ103に格納される（ステップ1203）。

【0072】引き続き、照明発光制御部118からのトリガ信号によって、第2の発散照明2と第3の発散照明9との双方が点灯され、車両運転者101の顔面が照明される（ステップ1205）。

【0073】次いで、この照明された顔面領域の画像がカメラ1によって取り込まれ、上述と同様に画像情報がA/D変換器102によりA/D変換されて、ディジタ

ルの画像データ I 2 (x, y) として、画像メモリ 103 に格納される (ステップ 1205)。以後の処理の手順は第 1 の実施例と同様であり、図 4 のステップ 306 へと続く。

【0074】本実施例は、第 1 の照明 10 の光量と第 3 の照明 9 の光量をほぼ等しくするだけで、第 2 の照明 2 の光量によらず、差分処理で容易に背景が除去できるという利点がある。

【0075】次に、本発明の第 4 の実施例について説明する。この実施例における車内機器配置は、図 11 に示される第 2 の実施例と同様である。

【0076】次に、この第 4 の実施例の作用を図 14、図 15、図 16 のフローチャートに基づいて説明する。まず、全体制御部 117 から計測開始信号が出力されると (ステップ 1301)、これに基づき照明発光制御部 118 からのトリガ信号が発せられて、第 1 の発散照明 10 と第 2 の発散照明 2 と第 3 の発散照明 9 とが全て点灯され、車両運転者 101 の顔面が照明される (ステップ 1302)。

【0077】次いで、この照明された顔面領域の画像がカメラ 1 によって取り込まれ、画像情報が A/D 変換器 102 により A/D 変換されて、デジタルの画像データ I 1 (x, y) として、画像メモリ 103 に格納される (ステップ 1303)。

【0078】引き続き、照明発光制御部 118 からのトリガ信号によって、第 2 の発散照明 2 (図 14 のステップ 1304A で示す) または第 3 の発散照明 9 (図 15 のステップ 1304B で示す) のいずれか、または第 2 の発散照明 2 と第 3 の発散照明 9 の両方 (図 16 のステップ 1304C で示す) が点灯され、車両運転者 101 の顔面が照明される。

【0079】次いで、この照明された顔面領域の画像がカメラ 1 によって取り込まれ、上述と同様に画像情報が A/D 変換器 102 により A/D 変換されて、デジタルの画像データ I 2 (x, y) として、画像メモリ 103 に格納される (ステップ 1305)。以後の処理の手順は第 1 の実施例と同様であり、図 4 のステップ 306 へと続く。

【0080】この第 4 の実施例によれば、第 1、第 2、第 3 の実施例の効果に加え、パターンマッチングを行えるという利点がある。すなわち、ステップ 307 において、第 1 の実施例では反射像が水平な位置に発生するとして処理を行ってきたが、例えば図 17 のような光源の配置では、反射像も同図に示すようになる。

【0081】同図の場合、パターンマッチングは、第 1 の照明 10 による反射像 r f 1 と第 2 の照明 2 による反射像 r f 2 と第 3 の照明 9 による反射像 r f 3 とを結ぶ形状 (同図の場合には直角三角形) を画像上で探索することにより行えばよい。

【0082】パターンマッチングを行えば、ステップ 30

7 の反射像確認手段での処理精度が向上するなど、よりノイズに強い角膜反射像抽出処理が行える利点がある。

【0083】以上説明してきたように、本実施例によれば、視線を前方からそらすことなくスイッチ操作ができるようになるため、運転時の安全性が高まるという効果が得られる。また、インストルメントパネル、センタコンソール周辺のスイッチ類を減らすことができるため、デザイン上の自由度が大きくなるという効果も得られる。さらに、車両振動下での計測時でも、従来の TV カメラを用いて構成できるため、低価格化を実現することができる。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、第 1 の画像を、第 1 の照明手段と第 2 の照明手段とを含む照明手段を点灯して撮像し、第 2 の画像を、第 1 の照明手段を含まない照明手段を点灯して撮像するとともに、網膜反射像位置と、第 1 の照明手段による角膜反射像位置と、第 2 の照明手段による角膜反射像位置とを求めることにより視線方向の計測を行うのであるが、第 1 の画像に、網膜反射像位置と、第 1 の照明手段による角膜反射像位置と、第 2 の照明手段による角膜反射像位置とが全て撮像されているため、2 枚の画像の取り込み時間差に起因する位置ずれがないため、振動を伴う状況下であっても、差分処理を用いた正確な視線方向の検出が容易に行える利点がある。また、第 3 の照明手段を搭載する構成とすれば、第 1 の照明手段の光量と第 3 の照明手段の光量をほぼ等しくするだけで、第 2 の照明手段の光量によらず、差分処理で容易に背景除去を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施例の構成を示すブロック図である。

【図 2】第 1 の実施例の車両運転席部分の機器配置を示す図である。

【図 3】第 1 の実施例における視線方向計測処理を示すフローチャートである。

【図 4】第 1 の実施例における視線方向計測処理を示すフローチャートである。

【図 5】ステップ 307 における網膜反射像の輝点重心位置を算出する流れを示すフローチャートである。

【図 6】 $p \times q$ 領域の設定例を示す図である。

【図 7】 $r \times s$ 領域の設定例を示す図である。

【図 8】視線方向算出処理の具体例を説明するための図である。

【図 9】発散照明と運転者との配置を説明した図である。

【図 10】第 2 の実施例における車両運転席部分の機器配置を示すブロック図である。

【図 11】第 2 の実施例の照明配置の要部のみを示す図である。

【図 12】第 2 の実施例における視線方向計測処理の要

部のみを示すフローチャートである。

【図13】第3の実施例における視線方向計測処理の要部のみを示すフローチャートである。

【図14】第4の実施例における視線方向計測処理の要部の一例を示すフローチャートである。

【図15】第4の実施例における視線方向計測処理の要部の他の例を示すフローチャートである。

【図16】第4の実施例における視線方向計測処理の要部の他の例を示すフローチャートである。

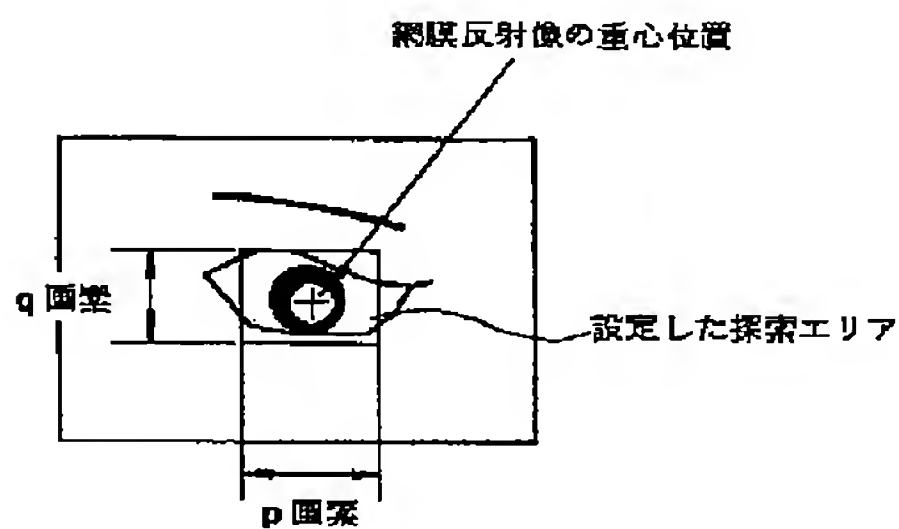
【図17】第4の実施例における追加作用を示す図で、照明配置の例と、それに対応した反射パターンを説明する図である。

【符号の説明】

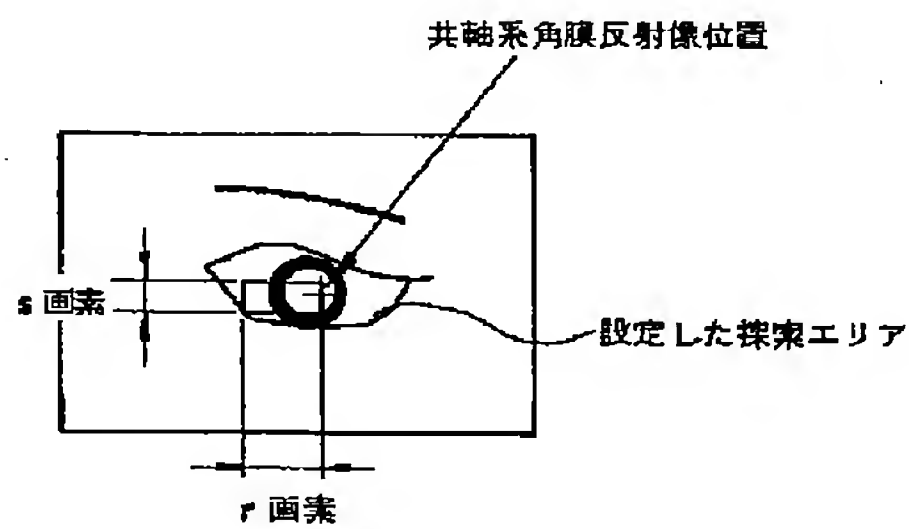
- 1 カメラ
- 2 第2の発散照明
- 3 メインスイッチ
- 4 ステアリングスイッチ
- 5 ステアリング
- 6 視線スイッチエリア
- 7 HUD表示エリア
- 8 ウインドウシールド
- 9 第3の発散照明
- 10 第1の発散照明

- 11 眼球
- 101 車両運転者
- 102 A/D変換器
- 103 画像メモリ
- 104 網膜反射像抽出部
- 105 共軸系角膜反射像抽出部
- 106 非共軸系角膜反射像抽出部
- 107 反射像確認部
- 108 視線方向算出部
- 109 停留判断部
- 110 コントローラ切り替え部
- 111 オーディオコントローラ
- 112 エアコンコントローラ
- 113 ラジオコントローラ
- 114 ASCDコントローラ
- 115 HUD（ヘッドアップディスプレイ）表示制御部
- 116 HUD（ヘッドアップディスプレイ）表示部
- 117 全体制御部
- 118 照明発光制御部
- 20 rf1 第1の発散照明による反射像
- rf2 第2の発散照明による反射像
- rf3 第3の発散照明による反射像

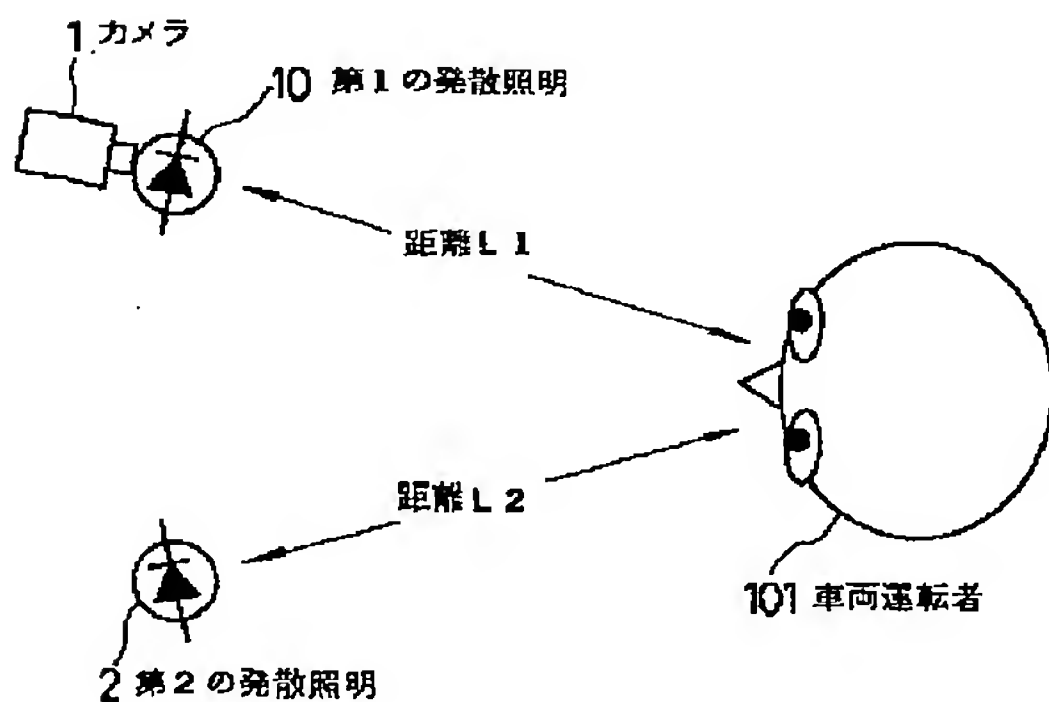
【図6】



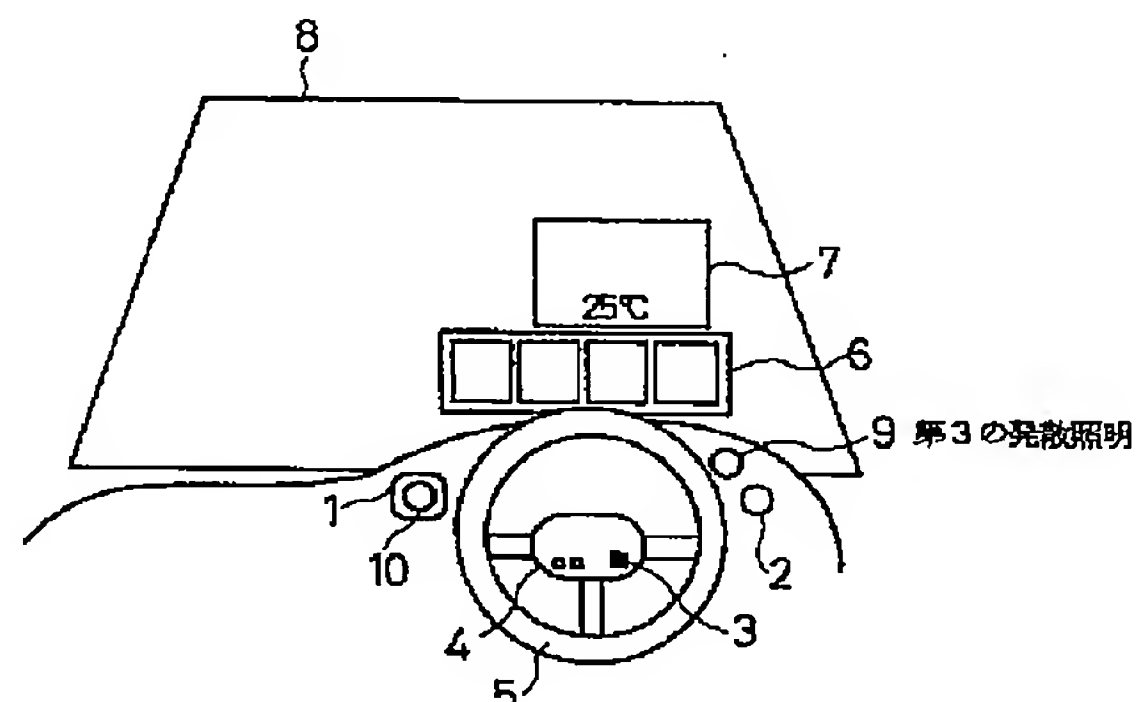
【図7】



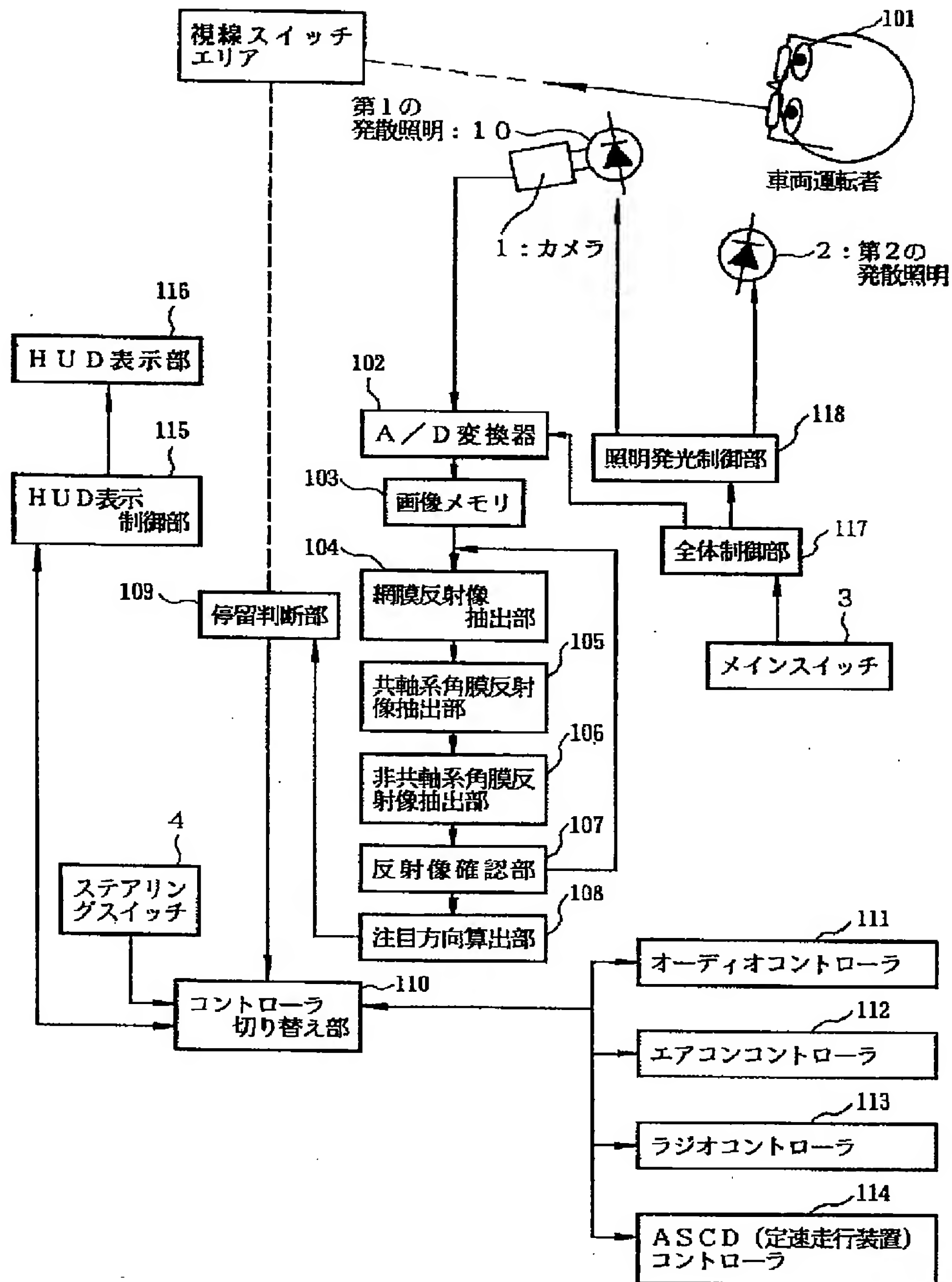
【図9】



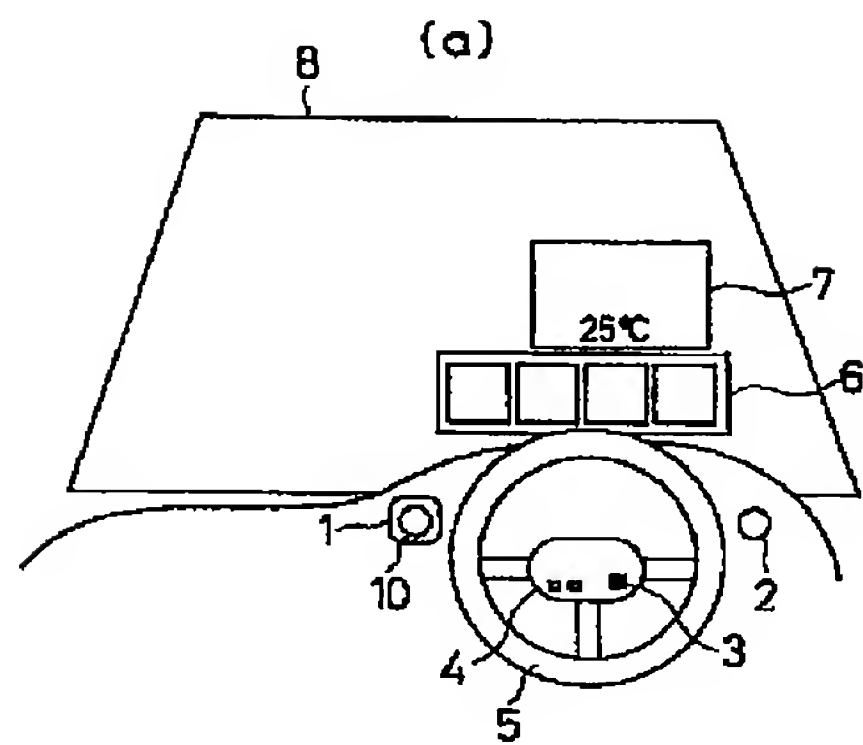
【図10】



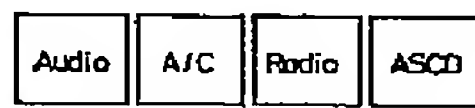
【図1】



【図2】

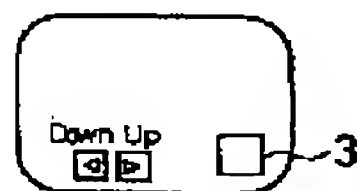


(b)



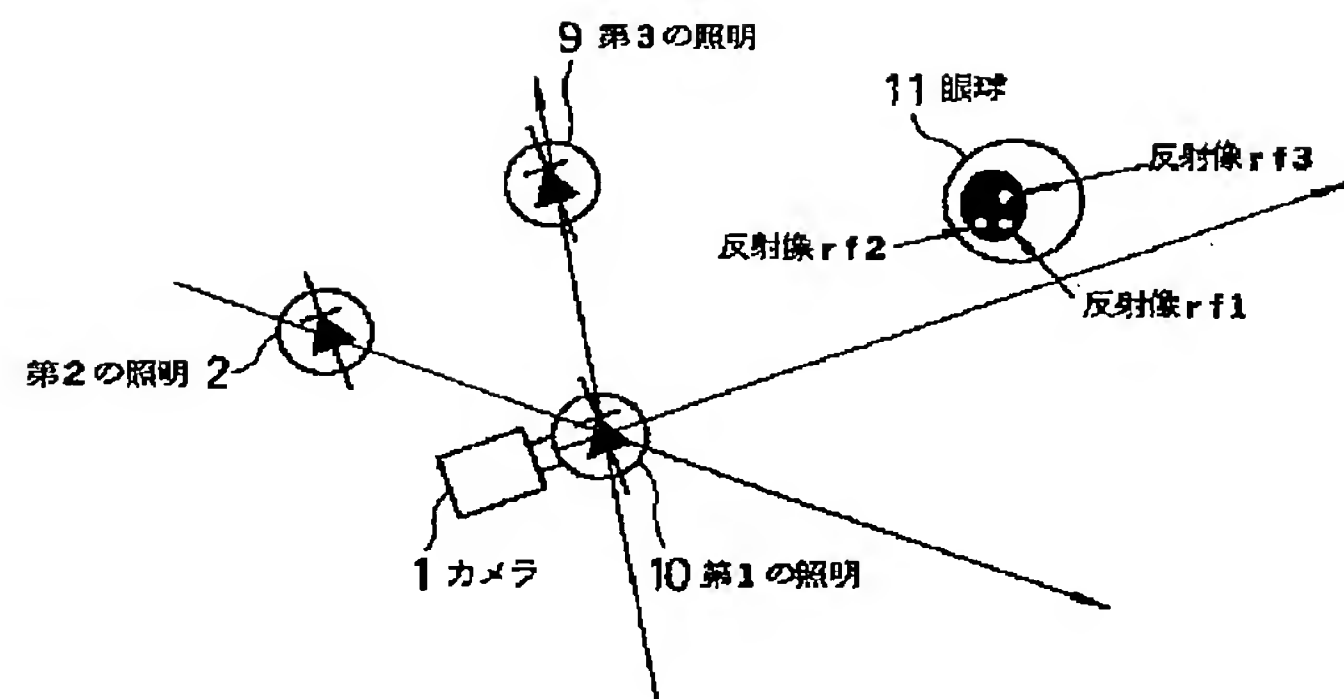
(視線スイッチエリア6の項目表示の拡大図)

(c)

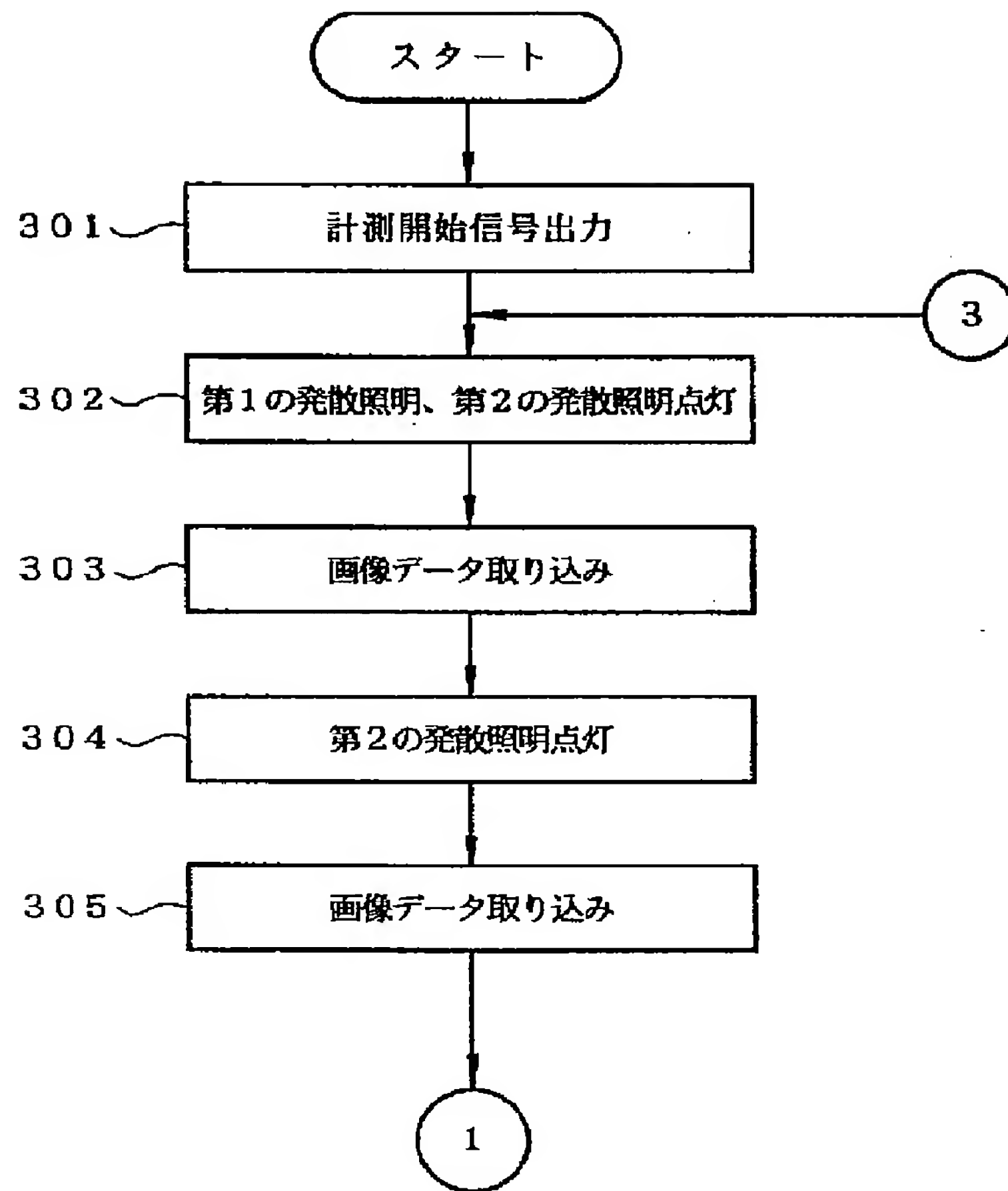


(ステアリングスイッチ4の拡大図)

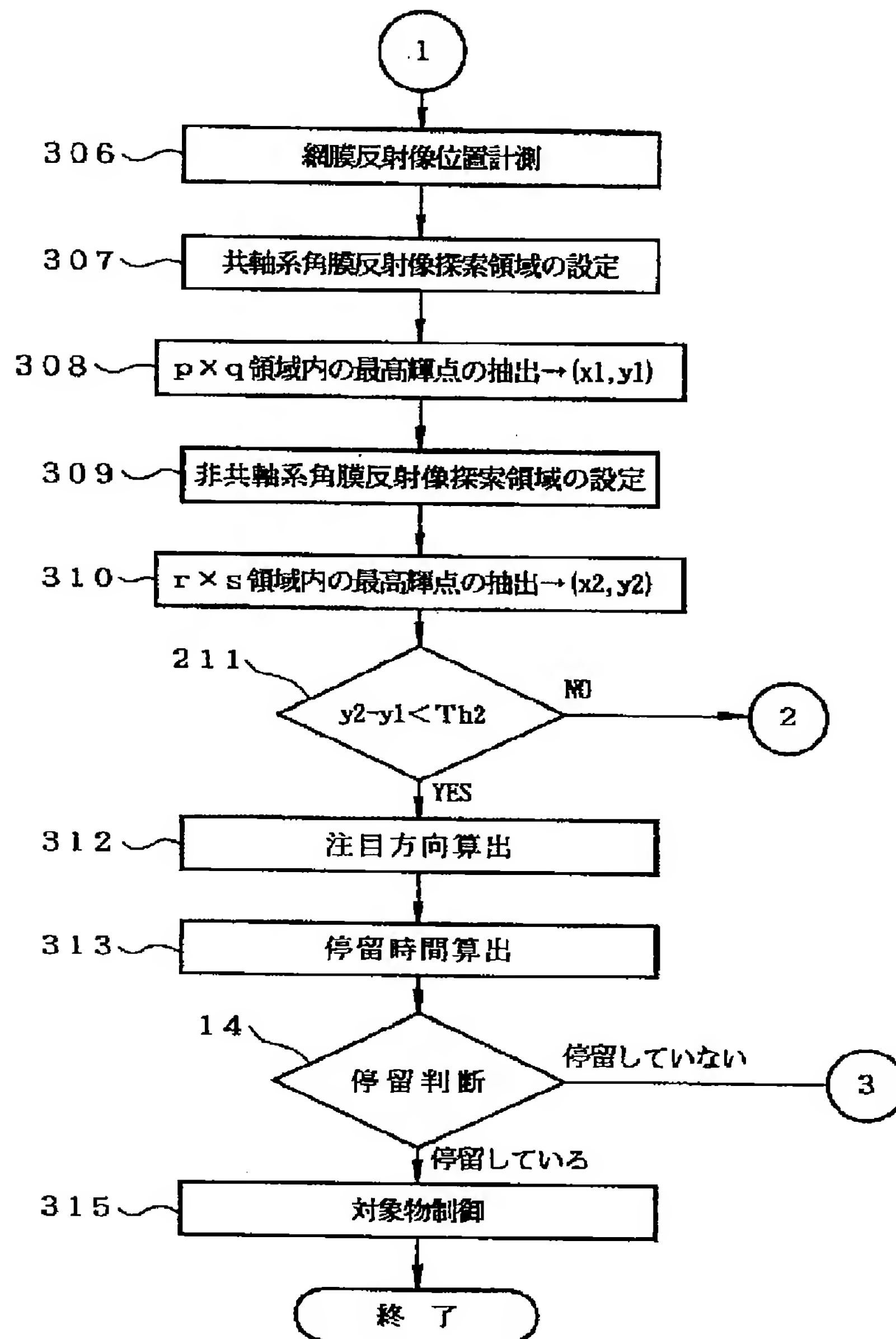
【図17】



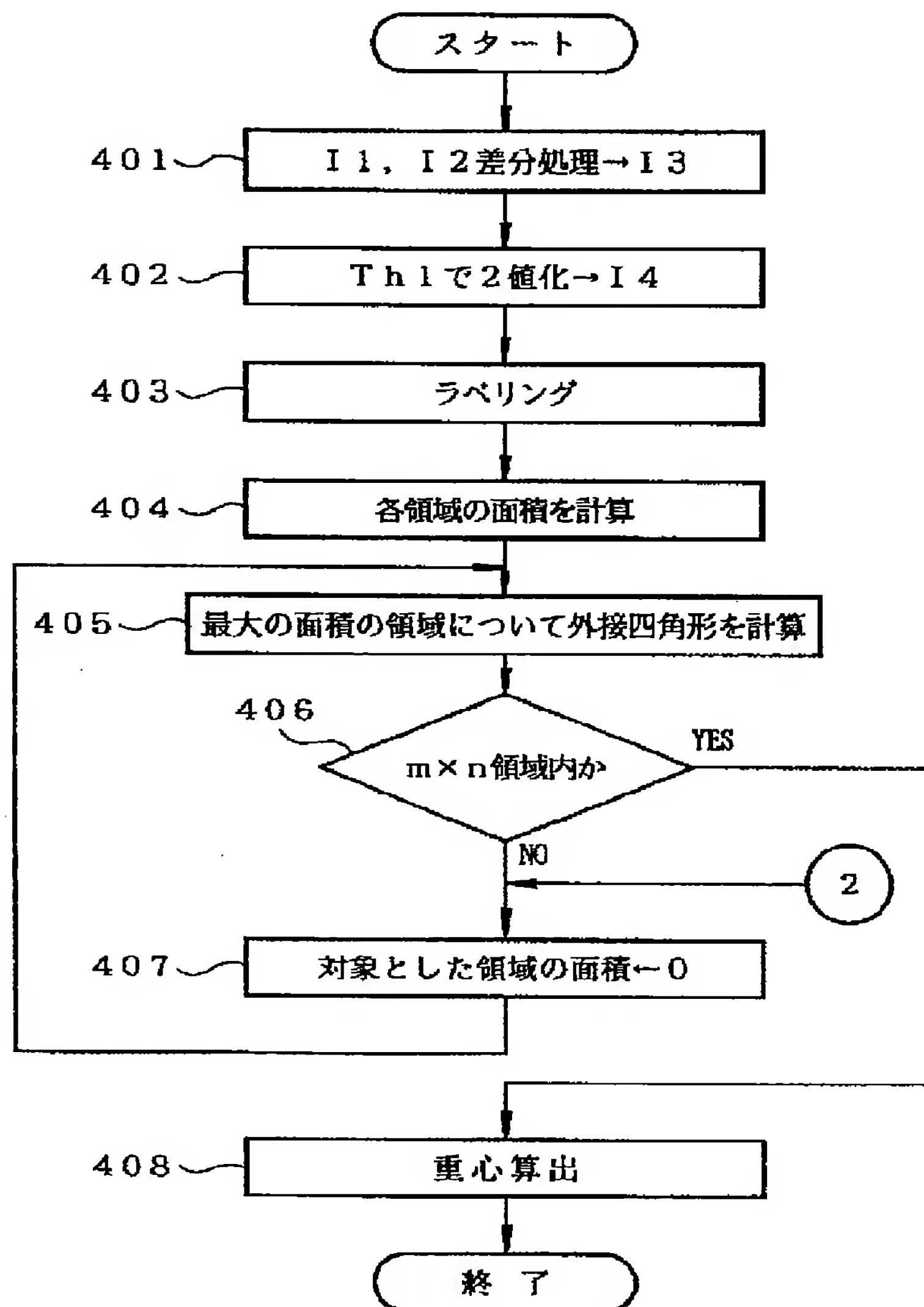
【図3】



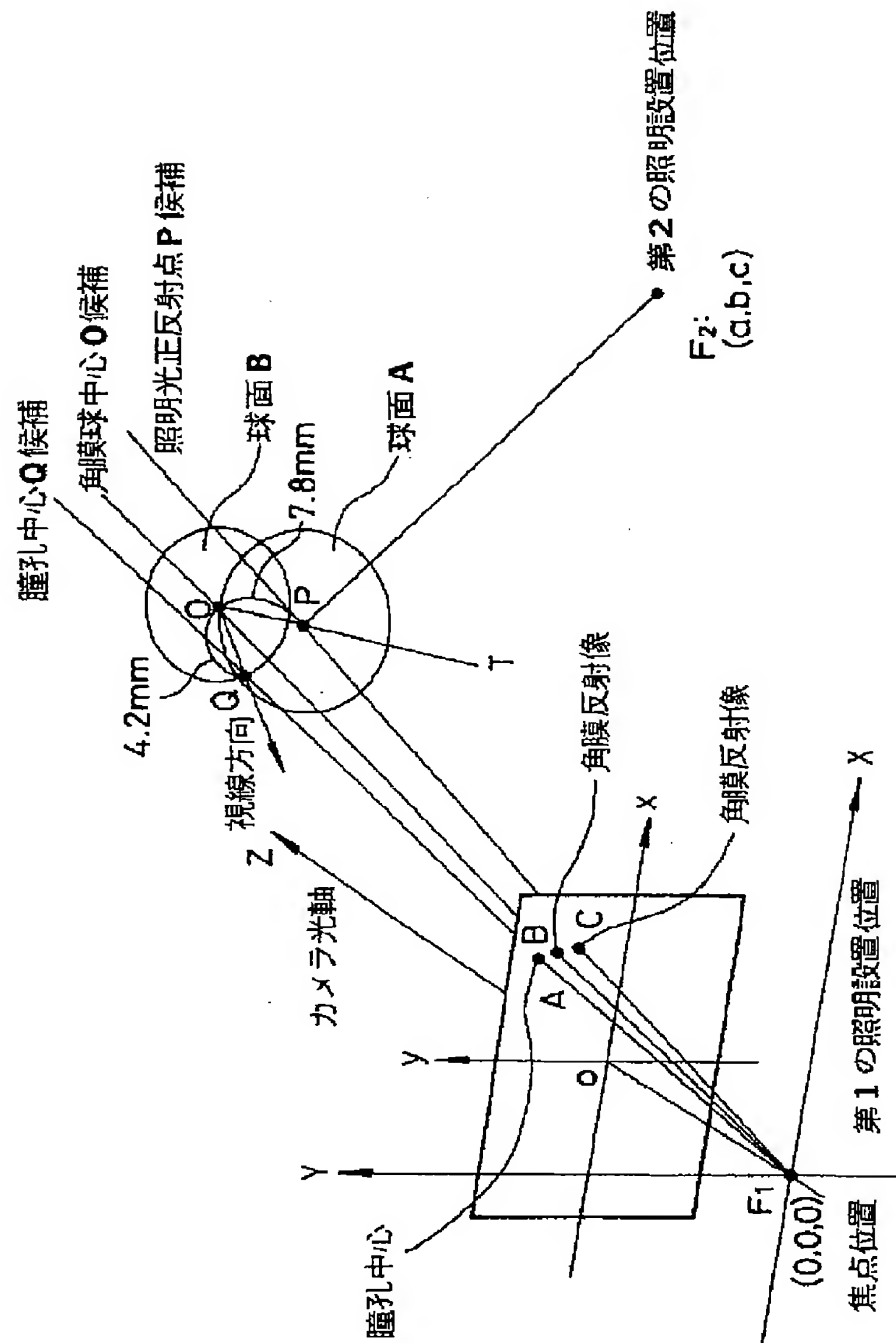
【図4】



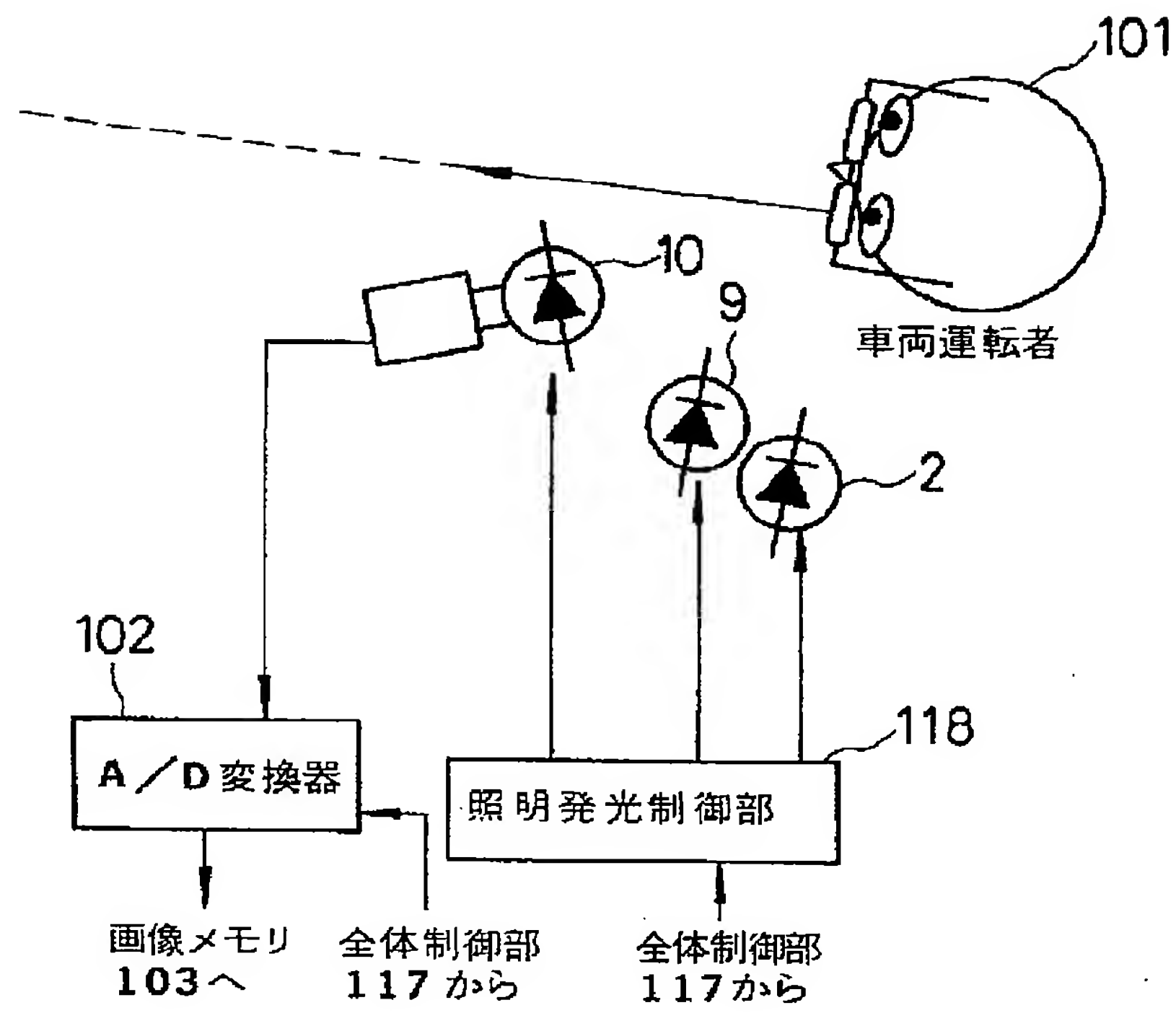
【図5】



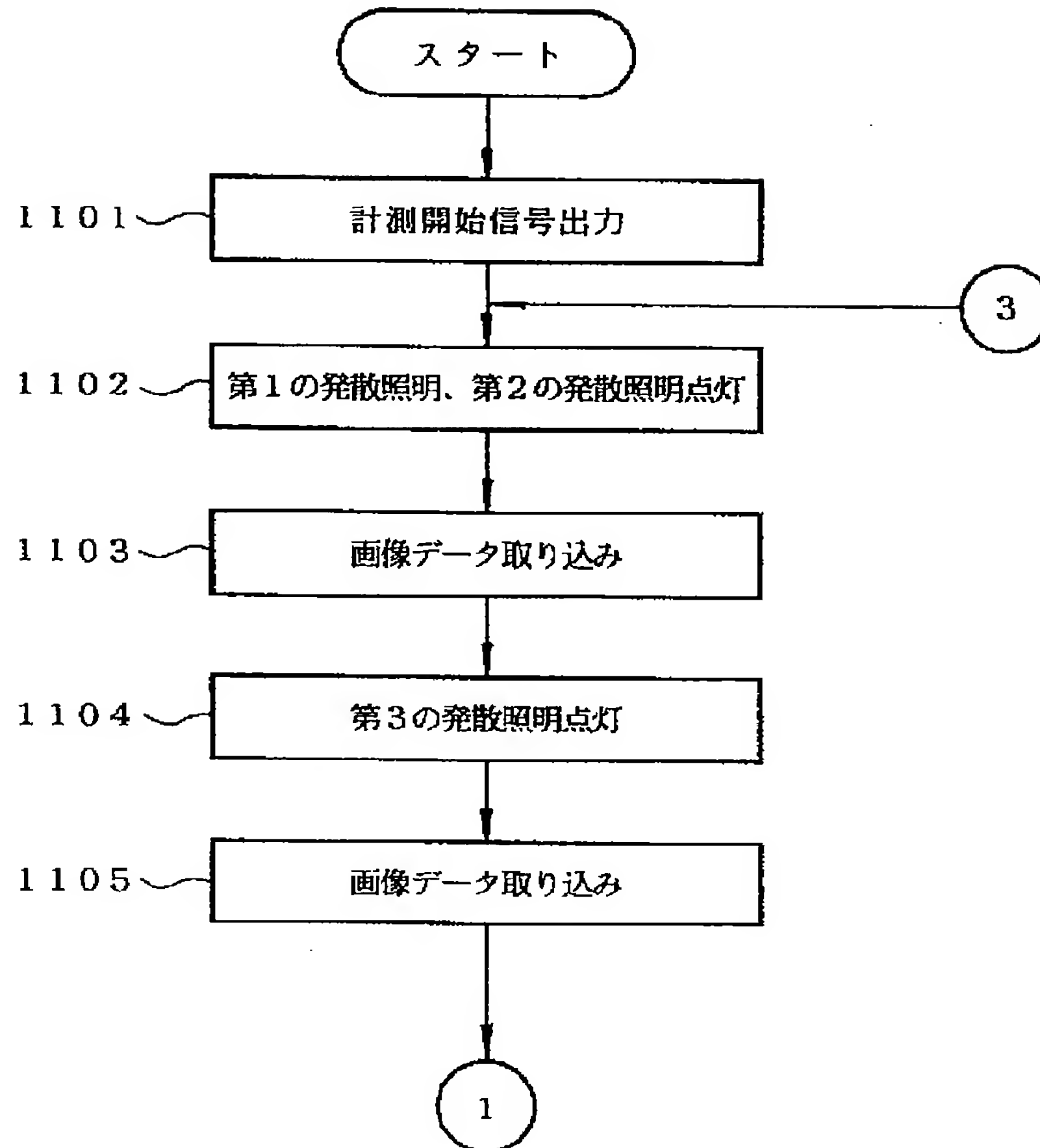
【図8】



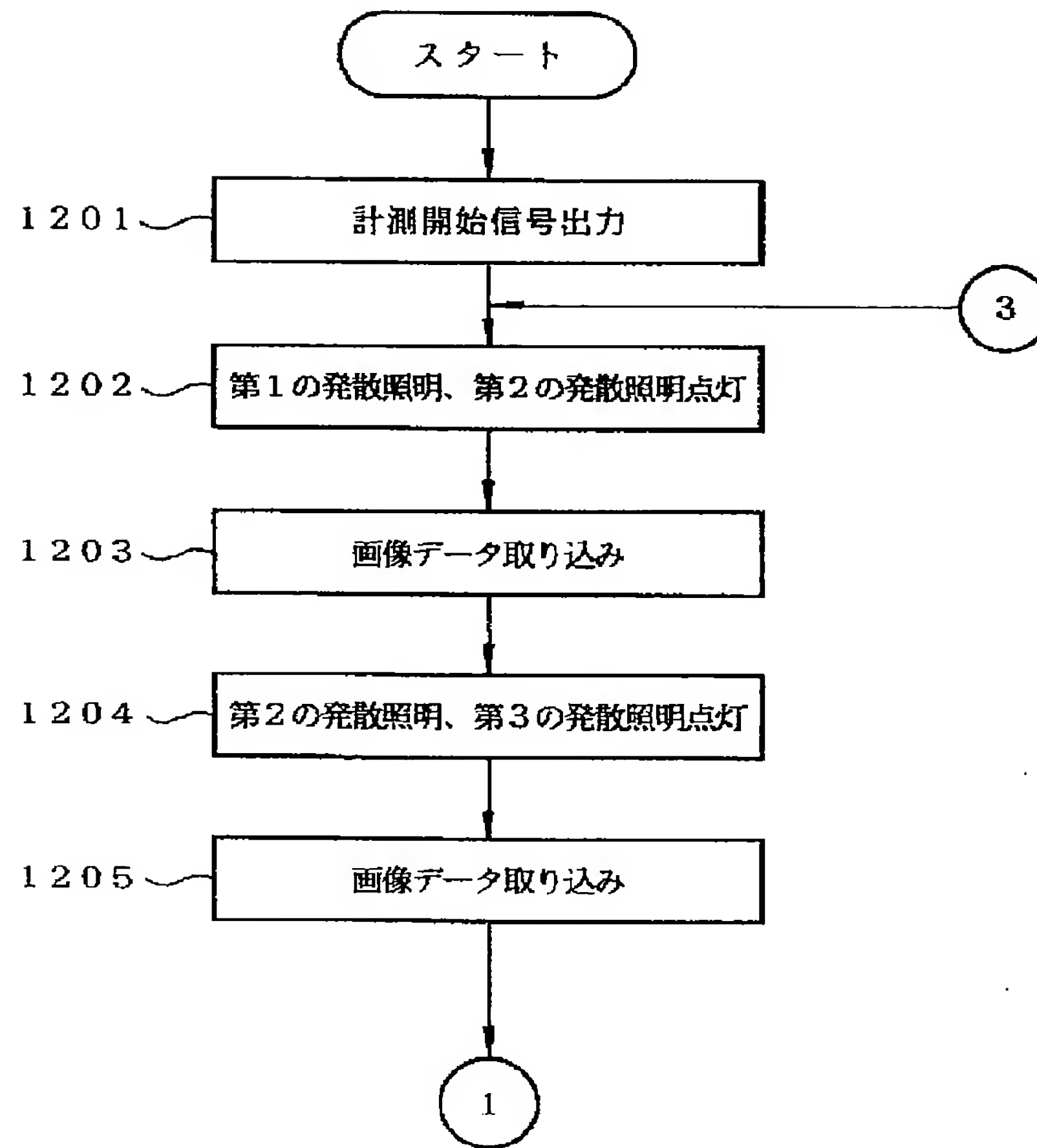
【図11】



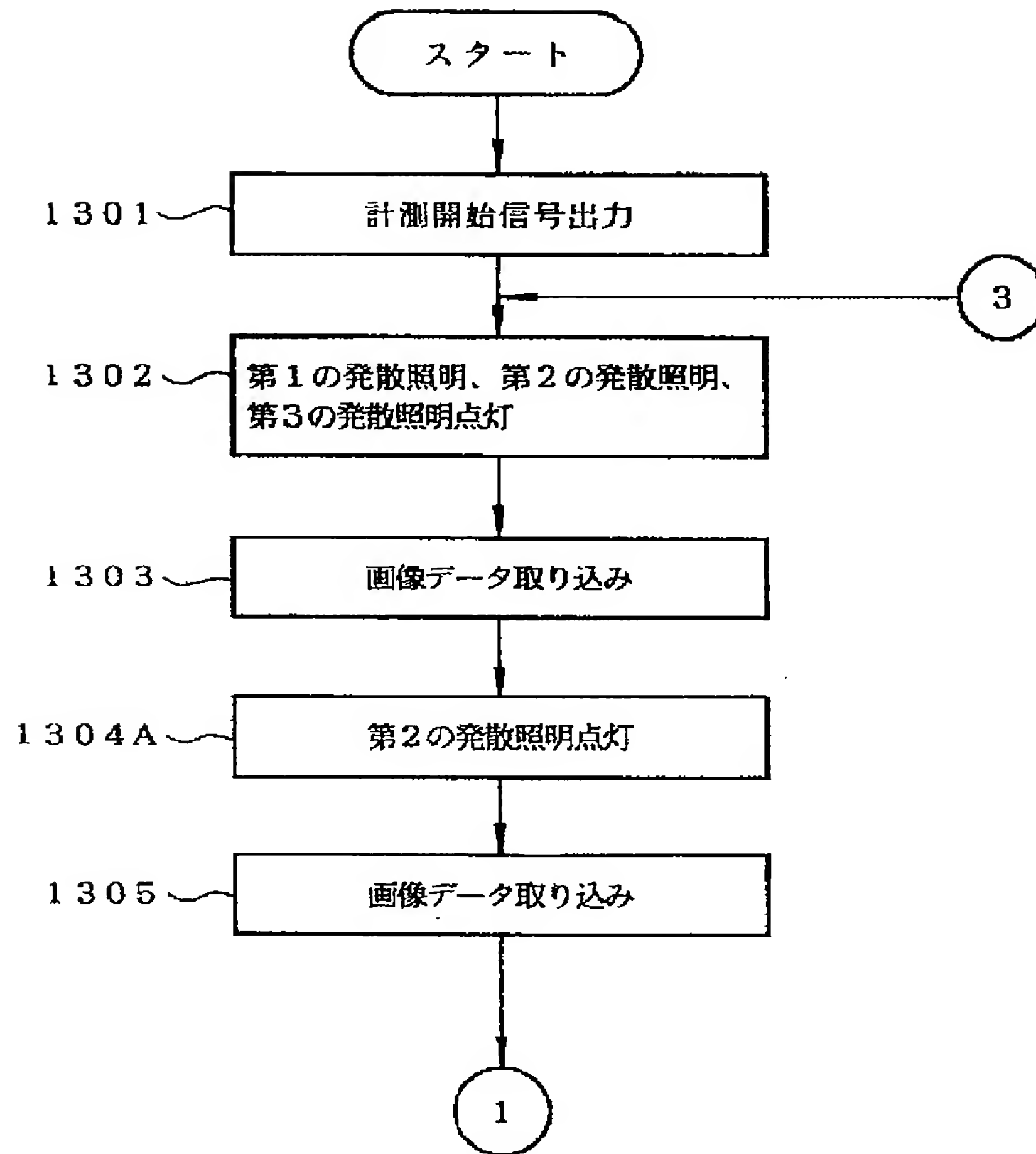
【図12】



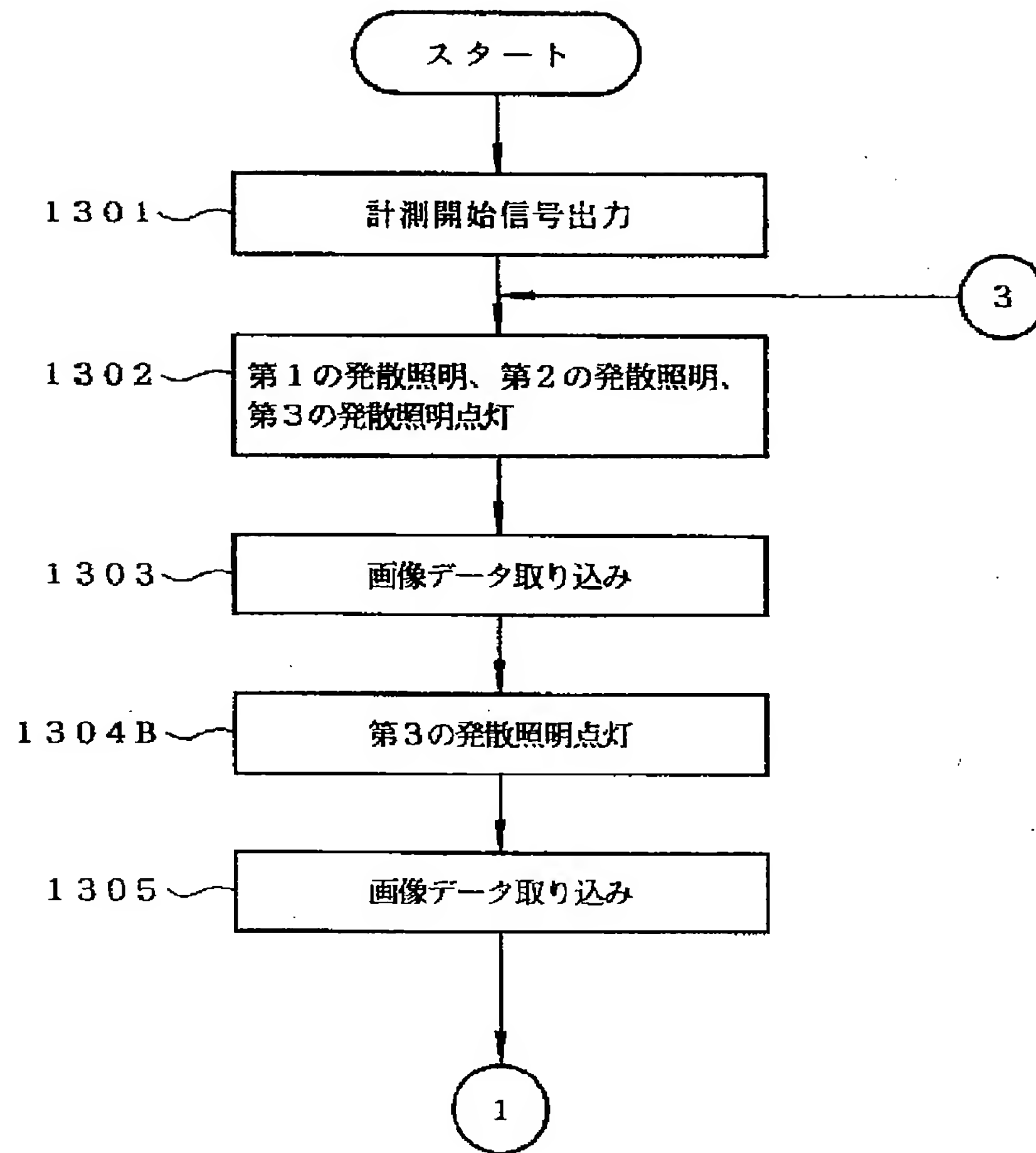
【図13】



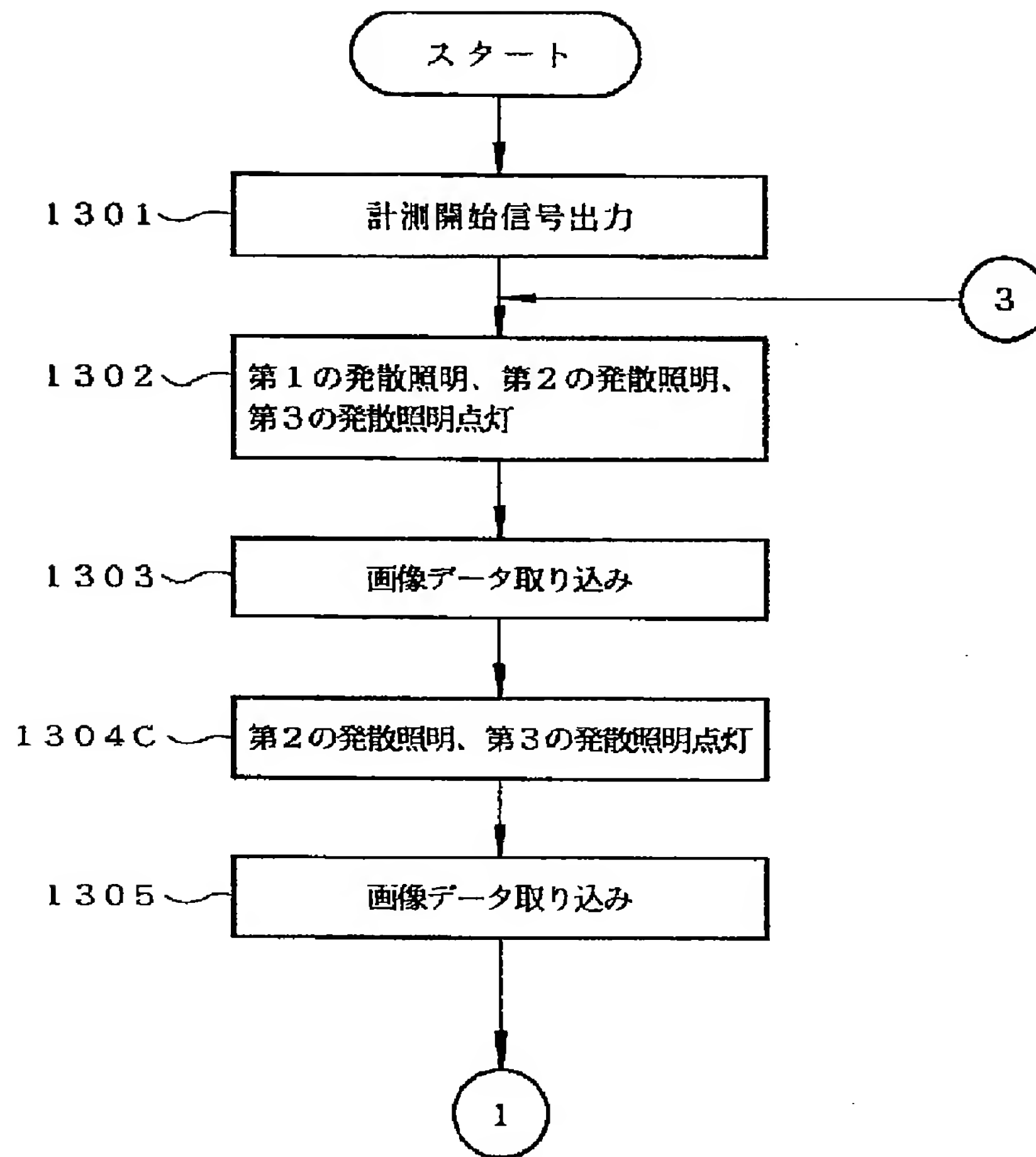
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平6-261863 (J P, A)
 特開 平2-138673 (J P, A)
 特開 平6-27365 (J P, A)
 特開 平4-138431 (J P, A)
 特開 平4-138432 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)
 A61B 3/00 - 3/16